無人機 (UAV) 協助農損勘災－加速災後救助流程與復耕

■農業試驗所／周巧盈・巫思揚・陳琦玲・郭鴻裕
農業試驗所嘉義分所／蔡惠文・吳永培
苗栗區農業改良場／張雅玲

一、前言

針對天然災害造成的農損，除了防災減災技術發展外，如何加速災害判釋與救助流程，協助農友儘快復耕亦相當重要。近年來國內外無人機 (Unmanned Aerial Vehicles, UAV) 拍攝技術發展成熟，應用此項技術可突破空間障礙與快速紀錄等優勢，可加速農作災損勘災及縮短人力勘災所耗費的時間，並可提供農業保險相關政策之擬定。農委會亦於106年5月修訂『農產業天然災害救助辦法』，提出農產業災情實地勘查認定，可以攝影、照相或數位化工具先行影像存證，另得以科技工具輔助勘察。因此，現場災損情形可透過UAV航拍影像分析後所產生的地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 災損判釋成果，提供農損查報所需之空間輔助圖資，協助地方人員進行勘災作業並加速災後復耕。

二、UAV的特色與應用

無人機具有快速、解析度高與不受雲層影響等遙測航拍的優點。當天然災害發生時，能夠針對特定的受災地點與作物對象，進行即時的航拍任務。目前市面上定翼型無人飛行載具一天可完成1,000公頃以上之影像拍攝 (地面解析度約5公分)。另外，透過搭載不同性質、不同等級之感測器，如可見光、多光譜、高光譜等影像感測器，或是雷達-LiDAR、光達-RADAR等遙測感測器等，能偵測到多樣的地貌與特定的研究對象。國際上無人飛行載具應用在農業災害監測與勘災上，主要針對大面積且具高經濟效益的農作物，像是歐美農莊的葡萄園、玉米田、小麥田、咖啡園、茶園等，能夠快速且有效率的掌控作物災害範圍、擴散情形，以即時監控，減少損失。另外，也有許多應用在森林火災、病蟲害、山坡地崩塌等監測與勘災上的案例。因此，無人飛行載具具有應用在不同作物監測上的發展性，能夠因應不同規模、尺度的經營環境，以迅速提供航拍影像在進行災損判釋與分析所需的空間圖資。

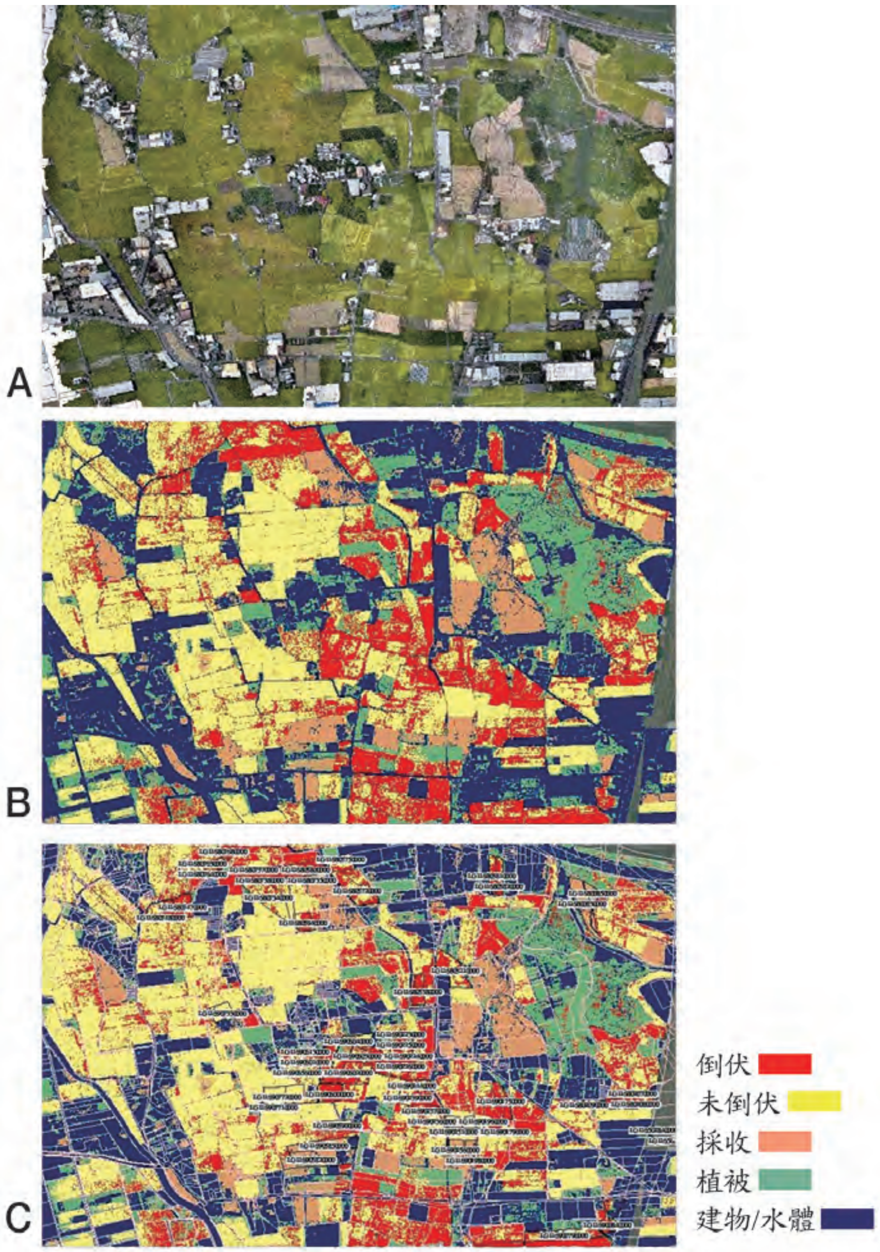
三、UAV於農損判釋之應用

農業試驗所自105年起，應用無人飛行載具進行農作物災損監測與勘災技術之研發，105～107年針對尼伯特、莫蘭蒂、梅姬、尼莎暨海棠等颱風、梅雨季的連續超大豪雨與寒害所造成的災害，進行災損航拍作業，主要針對台中地區水稻、台東地區番荔枝、高雄地區香蕉、屏東地區蓮霧、芒果與木瓜、宜蘭地區青蔥、文旦與番石榴、中部地區高接梨等作物。其中，透過影像判釋的分類技術，進行作物災損之範圍與受災程度之辨識；並透過物件導向分類技術，進行落果、落葉與樹冠變化之辨識。

目前已完成12種作物/果樹之災損UAV空拍作業與航拍影像災損判釋之初步分析，其中針對水稻與香蕉受颱風侵害，所造成的大面積倒伏判釋成果最佳。水稻倒伏透過影像監督分類法進行判釋並套疊地籍圖 (圖一)，能快速掌握災後作物災損面積與情況，目前災損影像比對地面查核之水稻倒伏，以損失率達20%為基準 (災損救助核定門檻) 進行抽樣，其影像災損判釋率可達到9成以上。香蕉受災影像的判釋，目前依據影像非監督分類，透過香蕉作物的光譜特性，可將其星芒狀葉片與週圍的環境組成加以區分，災損影像與地面查核比對 (以損失率達20%為基準進行抽樣)，其影像災損判釋率約85% (圖二、A1, A2)。另外，高接梨 (圖二、B1, B2) 與番石榴 (圖二、C1, C2) 的套袋影像計數與人工計數比對，其判釋準確率約為80%。研究計畫將持續發展依據影像光譜、地表紋理與空間幾何性之分類技術，同時，針對不同農作物災損之UAV影像判釋，需發展不同的技術，以提高作物災損判釋的準確性。

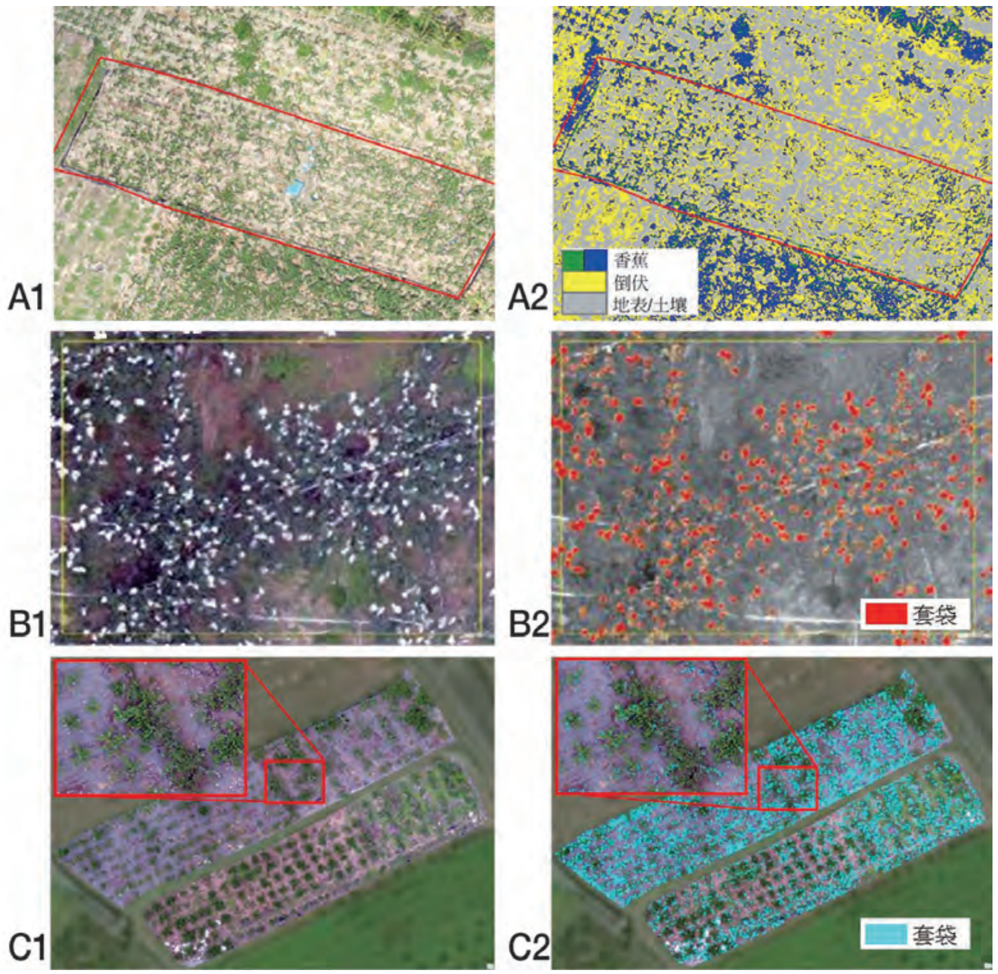
四、UAV航拍影像於現地勘災之應用

107年6月台灣南部與東部地區受到西南氣流影響，豪雨造成屏東、高雄、台東等地區的農業災情，受損作物以水稻、香蕉、木瓜、西瓜與鳳梨較嚴重。本研究針對台東縣鹿野鄉與關山鎮進行4個架次航拍，共計約600公頃之水稻倒伏災情拍攝，另針對屏東潮州、佳冬、林邊等地區進行3個架次航拍，共計約130公頃之香蕉災情拍攝。完成災損影像拼接與地籍圖套疊，並依據地籍地號產生水

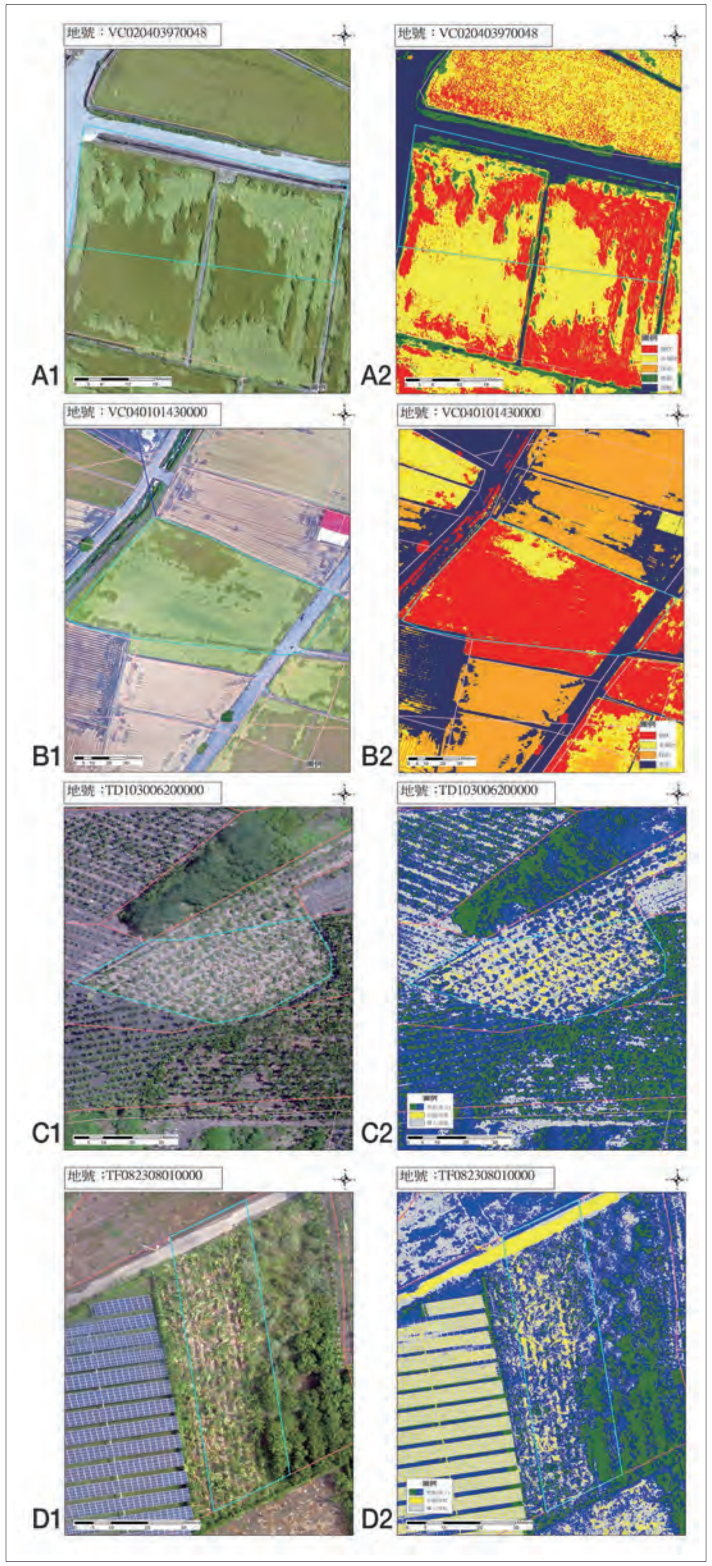


圖一、106年6月初連續大豪雨於台中市霧峰區五福里之水稻倒伏情形
(A：航拍影像；B：水稻倒伏影像判釋成果；C：災損判釋套疊地籍圖)

稻災損判釋之輔助圖資共計641幅圖、香蕉災損判釋之輔助圖資共計115幅圖，並將圖層上傳網路雲端分享 (https://goo.gl/m7MTUE)，提供縣市政府與鄉鎮公所在進行現地勘災時，判釋水稻倒伏與香蕉傾倒之空間輔助圖資 (圖三)。現地使用圖資者表示航拍影像能清楚判定倒伏的位置及面積，這對明顯超過30%或小於10%災損的土地可以減少勘查時間，僅需針對影像判釋之災損嚴重度較輕者 (>10%～<30%)，再進行現地人工災損核定作業。透過層次分工的概念，以加速災損查核並減少人力需求。



圖二、災損影像判釋分析成果 (A1：香蕉災損航拍影像；A2：香蕉災損影像判釋成果；B1：高接梨災損航拍影像；B2：高接梨災損影像判釋成果；C1：番石榴災損航拍影像；C2：番石榴災損影像判釋成果



圖三、
107年6月中豪大雨於台東地區水稻與屏東地區香蕉災損影像判釋輔助圖資(A1：台東鹿野水稻災損航拍影像、A2：台東鹿野水稻倒伏影像判釋成果；B1:台東關山水稻災損航拍影像、B2：台東關山水稻倒伏影像判釋成果；C1：屏東林邊香蕉災損航拍影像、C2：屏東林邊香蕉傾倒影像判釋成果；D1：屏東潮州香蕉災損航拍影像、D2：屏東潮州香蕉傾倒影像判釋成果)

五、UAV航拍範圍與成本評估

航拍與影像災損判釋所需花費的人力、經費與時間，依據不同的範圍 (包含小面積、村里、鄉鎮與縣市等不同規模)，評估概略詳如表一。

1. **小面積 (50～100公頃) 的作物勘災：**以人工現地勘災的方式較符合經濟效益。
2. **小區域-村里 (500～1,000公頃) 的勘災作業：**雖然航拍災損判釋所需花費的經費較高，但透過一組工作團隊，可於7天內提供災損判釋輔助圖資；人工現地勘災花費雖較少，但透過三組人員仍需花費10～20天的時間才能完成勘災工作。因此縮短勘災時程，建議透過UAV航拍協助勘災作業。
3. **中尺度-鄉鎮 (3～5千公頃) 的勘災作業：**航拍災損判釋與人工現地勘災所需的經費相差不大，但前者只需透過一組工作團隊，即能在10～14天內提供災損判釋輔助圖資；相對來說，後者若透過10組人員仍費10～20天的時間才能完成勘災工作。因此，為提高勘災成效，建議透過UAV航拍協助勘災作業。

表一、無人機航拍災損判釋與人工現地勘災成本比較

類別	項目	小面積 50-100公頃	小區域-村里 500-1,000公頃	中尺度-鄉鎮 3-5千公頃	大範圍-縣市 5-10萬公頃
坵塊		0.1-0.2	1-2	6-10	100-200
人工 現地勘災	經費(仟元)	3.5-7	35- 70	200-350	3,500-7,000
	時間(天)	3-7	10-20	20-30	15-30
	作業組數	1組人	3組人	10組人	20組人
航拍 災損判釋	經費(仟元)	30-50	50-100	200-300	2,000-7,000
	時間(天)	3天	5-7天	10-14	10-14
	作業組數	1組人	1組人	1組人	10組人

備註：

人工現地勘災：(1)35元/坵塊，(2)1組：1-2人，30坵塊/天/人，(3)未計入人員薪資。

航拍災損判釋：1組：2-3人，包括航拍與影像處理判釋人員。時間與經費之估算－以目前農試所UAV研究團隊之工作能量為標準 (航拍成本估算：7,000元/100公頃、600公頃/天；災損判釋成本約總經費之20%)。

時間估算：以天氣狀況與條件符合UAV航拍的情形。

4. 大範圍-縣市 (5～10萬公頃) 的勘災作業：航拍災損判釋與人工現地勘災所需的經費相差不大，依據現地狀況而有經費上的差異。但因航拍面積超過1萬公頃，對於UAV航拍的工作量來說，已非最適狀態，建議可採用燃油型UAV或有人航拍機進行災後勘災作業，透過航拍影像災損判釋，以最精簡的人力與最短的時間內，提供勘災所需的空間圖資。

從表一、亦可比較UAV航拍災損判釋與人工現地勘災兩者間的成本差異。然而目前UAV航拍影像僅為輔助工具，仍需人工現地再做確認，因此取得UAV影像之作業成本，並不能完全取代人工現地勘災支出，但藉效率提升可降低其花費，並加速勘災。

六、結語

現行農業天然災害查報流程，農民需於災害發生後，主管機關公告災損申請時期內進行申報，申報後由農政人員進行現場損害調查。如能於公告7日期間完成航拍與災損影像判識，並提供農政人員於現勘前瞭解情況，可加速災害補助之流程，並減輕第一線農政人員負擔。目前鄉鎮級之水稻及香蕉災損影像判釋可於災害過後天氣穩定後的2～3日內完成災損影像拍攝與拼接，完成後4日內可產製災損報告，包括提供第一線農政單位參考。

未來若能再透過GIS影像分析與影像處理系統的開發，增加無人機航拍影像的光譜分類、物件辨識與地面紋理分類的運算能力，可望能針對不同作物進行災損影像判釋，產出農損面積估算與農損嚴重度圖資，提供農損查報所需之空間輔助圖資，協助地方人員進行勘災作業並加速災後復耕。

另一方面，UAV的技術發展會越來越成熟，因此應用在農業災害的監測及勘災上，將會越來越廣泛，且UAV的操作門檻與成本需求會越來越降低。同時，UAV航拍影像的分析與判釋能力，經過持續的研究與努力，將會累積足夠程度的影像光譜資料庫，以反應各種作物在不同生長期背景條件下，災後的影響程度，使UAV影像判釋成果能協助農業災損判釋與嚴重程度之標準制度的建立。未來，UAV在農業災損影像之分析與判釋上，將以全面自動化為發展方向，以立即掌握災後農損情形，提高政府與農民的應變效率。